

# Pemurnian Asap Cair Hasil Torefaksi Cangkang Sawit dengan Cara Destilasi dan Filtrasi dengan Arang Aktif

## *Purification of Liquid Smoke from Torrefaction of Palm Oil by Distillation and Filtration with Activated Charcoal*

Karelius<sup>1\*</sup>, Lilis Rosmainar<sup>1</sup>, Angeline Novia Toemon<sup>2</sup>, Made Dirgantara<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Palangka Raya

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Universitas Palangka Raya

<sup>3</sup>Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Palangka Raya

Alamat e-mail: [karelius@chem.upr.ac.id](mailto:karelius@chem.upr.ac.id)

**Abstrak** - Asap cair yang dihasilkan dari proses torefaksi cangkang sawit sangat berpotensi untuk dijadikan bahan dasar antiseptik untuk produk hand sanitizer dan desinfektan. Hal ini didasari kandungan fenol dan asam asetatnya yang tinggi. Selain fenol dan asam asetat terdapat banyak senyawa lain yang harus dipisahkan dengan harapan diperoleh asap cair dengan komponen utama asam asetat dan fenol yang berfungsi sebagai agen antibakteri. Penelitian ini awali dengan produksi asap cair melalui proses torefaksi, asap cair yang diperoleh didestilasi pada suhu 150°C dan dilanjutkan adsorpsi dengan arang aktif untuk proses pemurnian. Asap cair hasil pemurnian ditentukan nilai pH dan kadar asam asetat yang terkandung di dalamnya serta dianalisis dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung di dalamnya. Nilai pH mengalami penurunan setelah proses pemurnian dengan destilasi dan arang aktif, berbanding terbalik dengan kadar asam asetat meningkat setelah pemurnian. Berdasarkan hasil analisa GC-MS tersebut terlihat bahwa kadar asam asetat, fenol, asam propanoat dan 2-propanon meningkat setelah destilasi. Hilangnya senyawa 1,2-Benzenediol dan 2-Furancarboxaldehid menunjukkan destilasi asap cair pada suhu 150°C efektif untuk memisahkan fraksi berat asap cair. Selanjutnya Asap cair hasil destilasi difiltrasi dengan menggunakan arang aktif. Hasil analisa GC-MS menunjukkan bahwa hasil filtrasi dengan arang aktif dapat meningkatkan kadar asam asetat dan asam propanoat dalam asap cair..

**Kata Kunci** : asap cair, arang aktif, cangkang sawit, destilasi

**Abstract** – The liquid smoke produced from the torrefaction process of oil palm shells has the potential to be used as an antiseptic base for hand sanitizer and disinfectant products. It is due to its high phenol and acetic acid content. Apart from phenol and acetic acid, there are many other compounds that must be separated in the hope of obtaining liquid smoke with the main components of acetic acid and phenol, which function as antibacterial agents. This research begins with the production of liquid smoke through a torrefaction process. The liquid smoke obtained is distilled at 150°C and followed by adsorption with activated charcoal for the purification process. The pH value and acetic acid content in the purified liquid smoke were determined and analyzed using GC-MS to determine the chemical compounds. The pH value has decreased after the refining process by distillation, and activated charcoal is inversely proportional to the increase in acetic acid levels after purification. Based on GC-MS analysis results, it can be seen that the levels of acetic acid, phenol, propanoic acid, and 2-propanone increased after distillation. The loss of 1,2-Benzenediol and 2-Furancarboxaldehid compounds shows that distillation of liquid smoke at 150°C is effective for separating the heavy fraction of liquid smoke. Furthermore, the distilled liquid smoke is filtered using activated charcoal. The GC-MS analysis results showed that the filtration results with activated charcoal could increase acetic acid and propanoic acid levels in liquid smoke.

**Keywords:** activated charcoal, distillation, liquid smoke, palm kernel shells

© 2020 Jurnal Jejaring Matematika dan Sains. This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## PENDAHULUAN

Alkohol dan bahan lain seperti triklosan/irgasan sering digunakan sebagai bahan disinfektan dan *handsanitizer*, tetapi selain karena kelangkaan alkohol selama pandemi virus Covid-19 ini, diduga juga ada beberapa grup mikroba terdeteksi mulai toleran terhadap alkohol. Alkohol juga tidak dianjurkan digunakan sebagai antiseptik karena dapat menyebabkan kulit kering dan iritasi. Demikian halnya dengan triklosan/irgasan yang dapat bersifat karsinogenik bila digunakan dengan konsentrasi lebih dari

0,1% [1]. Sehingga dipandang perlu mencari bahan lain yang memiliki kemampuan sebagai antiseptik sama bahkan lebih baik daripada alkohol.

Asap cair sering dimanfaatkan sebagai bahan pengawet alami karena mengandung senyawa fenol, karbonil, dan asam yang berperan sebagai antimikroba dan antioksidan. Asap cair dapat digunakan sebagai bahan antiseptik pembersih tangan karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella*, *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, dengan katagori daya hambat sedang sampai tinggi

[2]. Asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 35% ternyata juga efektif sebagai antiseptik dengan metode cuci tangan [3]. Menurut penelitian lain asap cair dapat berfungsi sebagai desinfektan alat klinik gigi dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Porphyromonas gingivalis* [4,5,6]. Penelitian serupa melaporkan asap cair dengan konsentrasi 25% efektif diaplikasikan sebagai desinfektan pada instrument medis berbahan logam [7].

Kemampuan asap cair untuk menghambat pertumbuhan bakteri, disebabkan karena asap cair mengandung senyawa fenol yang dapat berikatan dengan protein bakteri melalui ikatan hidrogen sehingga mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Aktivitas metabolisme sel bakteri yang dikatalisis oleh protein akan terhenti. Fenol juga dapat mengganggu integritas sitoplasma yang berakibat lolosnya makromolekul dan ion dari sel bakteri, sehingga sel bakteri kehilangan bentuknya dan terjadilah lisis. Senyawa asam dalam asap cair berfungsi menurunkan pH didalam sel bakteri sehingga bakteri akan melepaskan  $H^+$ , tetapi proses ini membutuhkan energi yang besar sehingga seluruh cadangan ATP akan terdeplesi dan mengakibatkan terganggunya metabolisme sel bakteri.

Kalimantan Tengah memiliki industri pengolahan kelapa sawit kurang lebih 43 industri dengan kapasitas produksi 3100 ton tandan buah segar per jam. Menurut data badan pusat statistik provinsi Kalimantan Tengah, produksi perkebunan kelapa sawit pada tahun 2017 sebesar 5.493.249,08 ton dimana 5% dari produksi tersebut adalah cangkang sawit yang selama ini hanya sebagai limbah dengan potensi sebesar 274.662,46 ton per tahun artinya terdapat 22.888,54 ton potensi cangkang sawit per bulan, dan diperkirakan akan terus meningkat. Salah satu upaya untuk memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit tersebut adalah dengan cara torefaksi/torefaksi.

Hasil torefaksi cangkang sawit pada rentang suhu torefaksi 200 – 400 °C menghasilkan asap cair dengan konsentrasi asam asetat yaitu antara 47,43 – 50,54% dan konsentrasi fenol 30,79 – 32,59 % (1) dan proses torefaksi pada suhu 250 - 300 °C akan menghasilkan asap cair dengan kandungan kimia yang tidak jauh berbeda [8].

Berdasarkan uraian yang di atas, asap cair yang dihasilkan dari proses torefaksi cangkang sawit sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai salah satu bahan dasar antiseptik untuk produk hand sanitizer dan desinfektan. Hal ini didasari kandungan fenol dan asam asetatnya yang tinggi yang diharapkan dapat menggantikan fungsi alkohol dan bahan lain seperti triklosan/irgasan sebagai antiseptik.

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat torefaksi, alat destilasi, neraca analitik (Ohaus Mettler), Kromatografi Gas-Spektra Massa (GC-MS), Shimadzu QP 2010), tabung reaksi, termometer, pH-Meter Orion model 420A, oven, desikator, pipet volumetrik, saringan, buret, gelas piala, Erlenmeyer, ayakan, alu, lumpang dan wadah sampel. Bahan-bahan yang digunakan adalah cangkang sawit yang telah dipisahkan dari daging buah durian,

sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah : NaOH, indikator PP, HCL,  $FeCl_3$ , karbon cangkang sawit, larutan induk fenol, larutan buffer pH 4, buffer pH 7, buffer pH 9 dan akuades.

### B. Prosedur Kerja

#### 1. Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair dilakukan melalui proses torrefaksi yang dimulai dengan pemberian gas nitrogen dengan kecepatan 2 liter/menit selama 10 menit sampai kondisi reaktor torefaksi inert  $N_2$ . Proses torrefaksi dilakukan pada suhu 275°C, dengan waktu penahanan selama 30 menit. Gas yang dihasilkan, selama proses torefaksi berlangsung dikondensasi dan ditampung, selanjutnya kondensat yang dihasilkan disebut asap cair.

#### 2. Pengukuran pH dan Kandungan Asam Asetat

Asap cair yang dihasilkan dari proses torefaksi, destilasi, filtrasi arang aktif diukur kadar keasamannya (pH) menggunakan alat pH meter yang telah terkalibrasi. Kadar asam asetat dalam asap cair dianalisa secara titrasi menggunakan NaOH 0,1N yang sudah distandarisasi.

#### 3. Pemurnian Asap Cair

##### a. Aktivasi arang cangkang sawit

Arang hasil proses torefaksi diaktivasi secara fisika-kimia. Arang ditumbuk dan disaring dengan saringan ukuran 80 mesh, kemudian arang yang terbentuk direndam dalam larutan HCl dengan konsentrasi 9% (v/v), dengan perbandingan 1:15 dalam gelas piala selama 22 jam kemudian disaring. Selanjutnya arang dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C.

##### b. Pemurnian Asap Cair dengan Destilasi

Asap cair yang dihasilkan dimurnikan dengan cara destilasi menggunakan alat destilasi pada suhu 150°C hingga terpisah antara cairan coklat yang mengandung ter dengan destilat yang bewarna bening.

##### c. Pemurnian Asam Cair dengan Arang Aktif

Destilat asap cair yang dihasilkan dari proses destilasi, difiltrasi menggunakan arang aktif dengan cara mengalirkan asap cair destilat ke dalam kolom arang aktif sehingga diperoleh filtrat asap cair. kemudian filtrat yang didapatkan ditampung di dalam wadah untuk dilakukan pengujian.

##### d. Analisis Kandungan Asap Cair dengan GC-MS

Sampel asap cair hasil torefaksi, destilasi, dan pemurnian dengan arang aktif selanjutnya dianalisis menggunakan Kromatografi Gas-Spektra Massa (GC-MS) untuk mengetahui kandungan senyawa yang ada di dalam asap cair tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

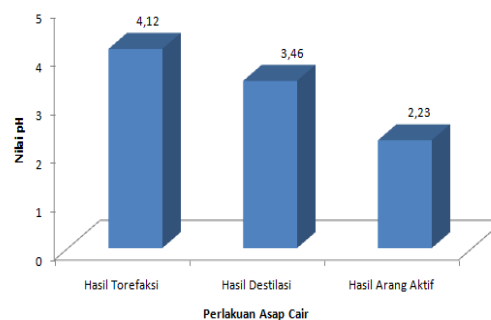
Asap cair merupakan dispersi uap asap dalam udara yang dihasilkan dari proses destilasi kering atau biomassa seperti kayu, kulit kayu, tempurung, sabut, bambu, daun dan lain sebagainya. Proses torefaksi ini berjalan secara

bertahap diawali dari tahap pertama penghilangan air biomassa pada suhu 120-150 °C, diikuti tahap kedua proses torefaksi hemiselulosa pada suhu 150-200 °C, kemudian tahap ketiga proses torefaksi selulosa pada suhu 250-300 °C, dilanjutkan tahap ke empat proses torefaksi lignin pada suhu 400 °C [9,10]. Sebelum dilakukan proses torefaksi cangkang sawit, dilakukan terlebih dahulu pengukuran kadar air cangkang sawit yang digunakan. Dari pengukuran kadar air cangkang sawit secara gravimetri, diperoleh nilai kadar air sebesar 12,91%. Kadar air dapat memberikan variasi terhadap komposisi asap. Jumlah kadar air yang meningkat menyebabkan kadar fenol yang rendah dan meningkatkan kadar karbonil. Destilasi merupakan proses pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih dari komponen-komponen yang akan dipisahkan, pemekatan larutan dan juga pemurnian komponen cair. Proses pemurnian asap cair dengan destilasi dilakukan pada suhu 150 °C, dengan asumsi bahwa senyawa-senyawa PAH seperti benzopirene dengan titik didih yang tinggi serta tar akan tertinggal sebagai residu sehingga senyawa-senyawa lain seperti fenol, karbonil dan asam dengan titik didih yang rendah akan terpisah menjadi destilat [11].

Pada proses destilasi ini, sampel asap cair yang berwarna kecoklatan akan terpisah dan menghasilkan destilat yang berwarna kuning. Perubahan warna tersebut karena fenol dan karbonil yang memiliki sifat pengawet yang tinggi terpisah dengan senyawa-senyawa karsinogenik seperti PAH dan tar. Asap cair yang sudah mengalami proses destilasi dilewatkan melalui arang aktif.

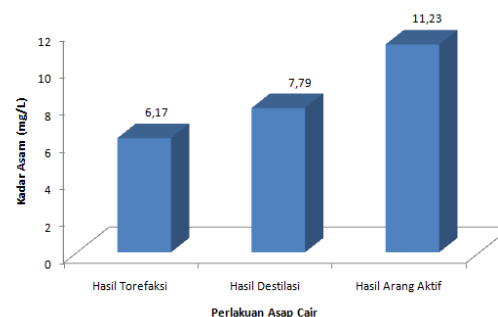
Sampel asap cair hasil destilasi yang pada awalnya berwarna kuning keruh setelah dilewatkan melalui zeolit aktif berubah menjadi berwarna kuning jernih dengan aroma asap yang berkurang. Proses pemurnian ini menyebabkan senyawa berbahaya seperti benzopirene dan tar yang terdapat di dalam asap cair teradsorpsi oleh zeolit aktif. Residu arang hasil proses torefaksi kemudian diaktivasi secara fisika dan kimia sehingga menjadi arang aktif yang selanjutnya digunakan untuk proses akhir pemurnian asap cair. Arang yang diperoleh dari proses torefaksi diaktivasi dengan cara kimia, yakni dengan cara merendam arang yang telah digerus ke dalam larutan HCl 9% selama 22 jam. Perendaman dimaksudkan untuk memperbesar pori-pori arang sehingga dapat menyerap lebih banyak zat organik dan kandungan logam di dalam asap cair. Menurut [12] penggunaan arang aktif pada asap cair hasil destilasi untuk menurunkan benzopirene dan bau yang menyengat. Asap cair yang berasal dari proses pemurnian zeolit aktif dimurnikan kembali dengan arang aktif yang berasal dari rendemen arang hasil pirolisis yang telah diaktivasi sehingga asap cair menjadi tidak berwarna dan juga menghilangkan bau menyengat.

Asap cair yang dihasilkan dari beberapa perlakuan sebelum dianalisis kandungan senyawa kimianya menggunakan GC-MS, dilakukan karakterisasi terlebih dahulu meliputi pH, dan kadar asam asetat yang merupakan komponen utama asap cair. Berikut hasil analisa pH dan kadar asam asetat dalam asap cair hasil perlakuan



Gambar 1. Nilai pH Asap Cair

Nilai pH asap cair hasil torefaksi, setelah destilasi dan hasil pemurnian dengan arang aktif cenderung mengalami penurunan (Gambar 1). Hal ini disebabkan karena kandungan senyawa asam asetat dan fenol yang terus meningkat selama proses pemurnian. Semakin tinggi kadar total fenol dalam asap cair maka nilai pH-nya semakin rendah atau bersifat asam. Kenaikan temperatur pembakaran selama proses pirolisis dapat mempengaruhi nilai pH dari asap cair. Hal ini dikarenakan komponen cangkang sawit yang menghasilkan asam organik dan homolognya, yaitu hemiselulosa dan selulosa mengalami pirolisis pada temperatur pembakaran di atas 300 °C dan menghasilkan asam-asam organik dan fenol, sehingga pHnya menurun. [10, 11].



Gambar 2. Kadar Asam Asetat Asap Cair

Kadar asam yang ditentukan adalah kadar asam asetat yang merupakan komponen penting di dalam asap cair. Hasil analisa kadar asam menunjukkan bahwa asap cair hasil perlakuan dari hasil torefaksi, hasil destilasi dan hasil pemurnian dengan asam cair cenderung meningkat (Gambar 2). Jumlah kadar asam ini dipengaruhi asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi komponen hemiselulosa berupa heksosan dan selulosa selama proses torefaksi. Kadar asam asetat yang diperoleh dari sampel asap cair mengalami kenaikan setelah dilakukan perlakuan-perlakuan pemurnian baik dengan destilasi dan pemurnian arang aktif [13]. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai yang diperoleh dari pengukuran pH. Semakin besar konsentrasi asam yang diperoleh, maka nilai pH yang didapat juga semakin kecil.

Analisis GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis senyawa yang terdapat pada asap cair. Komponen-komponen senyawa yang terdapat dalam asap cair yang dihasilkan dari berbagai proses dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa GC-MS Proses Pemurnian Asap Cair

Nama Senyawa	Luasan Area Hasil Analisa GC-MS (%)		
	Asap Cair torefaksi	Hasil Destilasi	Filtrasi Arang Aktif
Phenol	55,28	67,56	
Propanoic Acid	3,23	4,42	11,12
2-Propanone	1,20	2,32	
1,2-Benzenediol	4,78	-	
2-Furancarboxaldehde	12,16	-	
Acetic Acid	23,35	25,79	88,89

Berdasarkan hasil analisa GC-MS tersebut terlihat bahwa kadar asam asetat dan fenol meningkat setelah proses destilasi. Hal ini menunjukkan bahwa destilasi pada suhu 150 °C dapat memisahkan senyawa fraksi berat asap cair yaitu 1,2-Benzenediol dan 2-Furancarboxaldehde. Selanjutnya Asap cair hasil destilasi disaring/filtrasi dengan menggunakan arang aktif. Hasil analisa GC-MS menunjukkan bahwa setelah filtrasi dengan menggunakan arang aktif kadar asam asetat dan asam propanoat meningkat, tetapi senyawa fenol tidak terlihat lagi pada asap cair hasil pemurnian dengan arang aktif.

Hasil pengukuran GC-MS asap cair dari proses torefaksi terdapat 6 senyawa yang merupakan hasil proses dekomposisi tiga komponen utama dari cangkang sawit, yakni selulosa, hemiselulosa dan lignin [14]. Setelah dilakukan proses torefaksi, dilanjutkan dengan proses destilasi. Dapat dilihat bahwa senyawa asam asetat mengalami peningkatan konsentrasi setelah dilakukan pemurnian dengan proses destilasi. Hal tersebut terjadi kemungkinan disebabkan terdapatnya senyawa-senyawa dengan titik didih tinggi yang tidak teruapkan menjadi destilat, sehingga persentase dari asam asetat menjadi bertambah besar. Senyawa kimia dominan yang keberadaannya selalu ada pada ketiga asap cair hasil torefaksi dan hasil pemurnian dengan proses destilasi adalah asam asetat dan fenol. Senyawa fenol dan asam asetat ini sangat berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Hasil analisis GC-MS dari proses pemurnian arang aktif memperlihatkan bahwa komponen asam asetat merupakan senyawa yang paling dominan yang terkandung dalam asap cair cangkang sawit. Kadar asam asetat semakin bertambah seiring dengan proses pemurnian yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena besarnya kadar selulosa dan hemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa akan membentuk asam asetat dan homolognya setelah dilakukan reaksi torefaksi [13].

## KESIMPULAN

Nilai pH asap cair setelah pemurnian mengalami penurunan, sedangkan kadar asam asetat mengalami peningkatan. Kadar asam asetat, fenol, asam propanoat dan 2-propanon meningkat setelah destilasi. Hilangnya senyawa 1,2-Benzenediol dan 2-Furancarboxaldehde menunjukkan destilasi asap cair pada suhu 150 °C efektif untuk memisahkan fraksi berat asap cair. Selanjutnya Asap cair hasil destilasi difiltrasi dengan menggunakan arang aktif. Hasil GC-MS menunjukkan bahwa hasil filtrasi dengan arang aktif dapat meningkatkan kadar asam asetat dan asam propanoat dalam asap cair.

## REFERENSI

- [1] Fauziati, Ageng Priatni, Yuni Adiningsih. 2018. *Pengaruh Berbagai Suhu Torefaksi Asap Cair Dari Cangkang Sawit Sebagai Bahan Penggumpal Lateks*. Jurnal Riset dan Teknologi Industri, Vol.12 No.2 Desember 2018
- [2] Fauziati, 2012. Pemanfaatan Asap Cair dari Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Antiseptik Pembersih Tangan, Jurnal Riset Teknologi Industri, Vol. 6, NO. 12 : 11-19
- [3] Artika, Yeni Indah, 2014. Uji Potensi Asap Cair Tempurung Kelapa sebagai Antiseptik dengan Metode Cuci Tangan, Sripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Jember.
- [4] Kondo SA. Pengaruh Pemberian Asap Cair pada Berbagai Konsentrasi terhadap Pertumbuhan *Streptococcus sanguis* Penyebab Gingivitis. J Kedokt Diponegoro. 2017;6(1):06–13.
- [5] Imaniar AC. Pengaruh Pemberian Asap Cair pada Berbagai Konsentrasi terhadap Pertumbuhan *Enterococcus faecalis* Penyebab Gangren Pulpa. Undip E-Jurnal. 2018
- [6] Christiurnida MA. Pengaruh Pemberian Asap Cair pada Berbagai Konsentrasi terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* Penyebab Karies Gigi. J Kedokteran Diponegoro. 2016;5(1):34–42.
- [7] Alfiana Rohmah Novita, IGN Arya Sidemen, Wiratmo. 2013. Aktivitas Asap Cair Tempurung Kelapa sebagai Desinfektan pada Instrumen Medis Berbahan Logam. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Universitas Jember 2013 : 1-4
- [8] M. Dirgantara, Karelius, B. T. Cahyana, K. G. Suastika, dan A. R. Akbar, "Effect of Temperature and Residence Time Torrefaction Palm Kernel Shell On The Calorific Value and Energy Yield," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1428, hlm. 012010, Jan 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1428/1/012010
- [9] Maga, J.A. 1987. *Smoke in Food Processing*. Boca Raton. CRC Press. Florida.
- [10] Sinha, H., Jhalani, A., Ravi, M, R. and Ray, A. 2000. Modeling of Pyrolysis in Wood: Review. Solar Energy Society of India Journal. Vol. 10(1). pp. 41-62.
- [11] Guillen, M.D., Sopelana, P., and Partearroyo, M.A. 2000. Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings obtained from different types of wood, effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. J. Agric. Food Chem. 48. pp. 5083-6087.
- [12] Darmadji, P. 2002. Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metoda Redestilasi. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. 13(3). Hal. 267 - 271.
- [13] Rinaldi Aditia., Alimuddin, Aman Sentosa Panggabean. 2015. Pemurnian Asap Cair Dari Kulit Durian Dengan Menggunakan Arang Aktif. Molekul, Vol. 10. No. 2: 112 – 120.
- [14] Karelius, M. Dirgantara, N. Rumbang, K. G. Suastika, dan A. R. M. Akbar, "Torrefaction of palm kernel shell using COMB method and its physicochemical properties," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1422, hlm. 012005, Jan 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1422/1/012005

